



КГЭ
У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института теплоэнергетики

_____ С.О.Гапоненко

«23» января 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.03 Аддитивные технологии

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Направленность(и) *
(профиль)

Компьютерный инжиниринг в материаловедении

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Материаловедение и технологии материалов	Доцент, к.т.н.	Павлова Алиса Максимовна

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	МВТМ	16.01.2024	6	_____ Зав.каф., д.х.н., доц. Давлетбаев Р. С.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	23.01.2024	4	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	23.01.2024	5	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Аддитивные технологии» является:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- формирование фундаментального материаловедческого мировоззрения студента о процессах производства изделий требуемого качества из металлических и неметаллических материалов;
- познание инновационных технологий, при которых изменяются химический состав и структура металлов и неметаллов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации;
- получение знаний о рациональных способах производства и обработки изделий из различных материалов (металлических и неметаллических);
- формирование у студентов системы знаний о прогрессивных способах упрочнения материалов, используемых в машиностроении;
- изучение области применения современных технологий для изготовления продукции

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способен использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации технических свойств материалов	ПК-3.2 Участствует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу

2. Место дисциплины в структуре ОП:

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Новые материалы и технологии

Химия и технологии высокомолекулярных соединений

Учебная практика (ознакомительная)

Последующие

Технологическая подготовка производства материалов

Компьютерный инжиниринг и физикохимия материалов

Технологии и оборудование для производства композиционных материалов

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

Производственная практика (технологическая)

Производственная практика (преддипломная)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	63	63
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1.61	58	58
Лекции	0.77	28	28
Практические (семинарские) занятия	–	–	–
Лабораторные работы	0.83	30	30
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1.38	50	50
Проработка учебного материала	1.38	50	50
Подготовка к промежуточной аттестации	–	–	–
Промежуточная аттестация:			3

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоёмкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	10	2			8	ТК1	ПК-3.23, ПК-3.2У, ПК-3.2В
Раздел 2	17	4	4		9	ТК2	ПК-3.23, ПК-3.2У, ПК-3.2В
Раздел 3	17	4	4		9	ТК3	ПК-3.23, ПК-3.2У, ПК-3.2В
Раздел 4.	16	4	4		8	ТК4	ПК-3.23, ПК-3.2У, ПК-3.2В
Раздел 5	18	6	4		8	ТК5	
Раздел 6	30	8	14		8	ТК6	
Зачет						ОМ 1	ПК-3.23, ПК-3.2У, ПК-3.2В
ИТОГО	108	28	30		50		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1 Вводная часть

Тема 1.1 Значение и задачи курса «Аддитивные технологии в материаловедении». Понятие технологии. Её место и значение в научно-техническом процессе. Критические технологии, определяющие развитие цивилизованного общества. Критерии выбора критических технологий. Роль материалов в современной технике. Критерии оценки и выбора технологии производства и обработки материалов. Работы отечественных и зарубежных ученых в инновационном развитии в области машиностроения.

Раздел 2. Надежность и долговечность машин / Перспективные технологии упрочнения поверхности изделий

Тема 2.1 Технологическая наследственность. Условия нагружения и характер разрушения деталей (механическое, тепловое, химическое, электрохимическое, кавитационное и др.). Основные причины выхода деталей из строя.

Тема 2.2. Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (метод КИБ). Получение вакуумных покрытий. Нанесение покрытий с помощью ионного распыления. Нанесение покрытий из плазмы разряда с холодным и горячим катодом. Ионное азотирование.

Электроискровое легирование. Лазерная обработка. Плазменные и детонационные покрытия. Получение нанопокровтий.

Раздел 3. Современные способы производства различных материалов

Тема 3.1 Бездиффузионное затвердевание расплава. Образование аморфной структуры. Методы получения аморфных металлов и сплавов. Свойства, практическое использование и перспективы применения аморфных металлических материалов.

Способы получения перспективных термопластов и терморектопластов.

Новые технологии дополнительной обработки и модификации элементоорганических полимерных материалов. Тема 3.2. Современные методы получения полимеров, наполненных наноразмерными частицами: особенности структуры и свойств.

Способы модификации синтетических каучуков, выпускаемых промышленностью, на стадии синтеза и переработки для придания им новых свойств.

Технологии получения полимерных материалов с эффектом памяти форм, многокомпонентных наноматериалов.

Раздел 4. Инновационные технологии производства изделий из композиционных материалов

Тема 4.1. Современные средства проектирования и подготовки производства изделий из композитов.

Технологии изготовления деталей из композиционных материалов, включая ручные и автоматизированные методы: пропитка армирующих волокон матричным материалом; формование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой; холодное прессование компонентов с последующим спеканием; электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием; осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатиением; пакетная диффузионная сварка

монослойных лент компонентов; совместная прокатка армирующих элементов с матрицей.

Тема 4.2. Технология изготовления деталей с использованием препрегов (полуфабрикатов, представляющих собой материал основы, пропитанный связующим составом).

Применение точных разверток и раскройных станков, а также точных заготовок и лазерных проекций мест их выкладки.

Использование специализированного программного обеспечения различных компаний, компьютерная обработка данных.

Раздел 5. Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал

Тема 5.1. Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх».

Основные технологические операции нанотехнологии по компактированию порошкообразного полуфабриката.

Тема 5.2. Современные технологические приемы для получения изделий с низкой пористостью. Перспективная моностадийная технология производства объемных наноматериалов модельной системы углерод – углерод.

Модифицирование полимеров наночастицами.

Тема 5.3. Использование термомеханической обработки металлов для измельчения структуры до наноразмерного диапазона (фрагментирование).

Интенсивная пластическая деформация (равноканальное угловое прессование).

Метод всесторонней изотермическойковки («abc» - прессование).

Раздел 6. Аддитивные технологии

Тема 6.1. Терминология и классификация, исторические предпосылки

Появления аддитивных технологий, характеристика рынка Af-технологий.

- *SLA, Stereolithography Apparatus* – отверждение слоя фотополимера посредством ла-зерного луча; *SLS, Selective Laser Sintering* – послойное лазерное спекание порошковых материалов, в частности полимеров; *DMF, Direct Metal Fabrication* – разновидность *SLS-технологии*, послойное лазерное спекание металлопорошковых композиций (*DMLS - Direct Metal Laser Sintering*); *SLM, Selective Laser Melting* – разновидность *SLS-технологии*, послойное лазерное плавление металлопорошковых композиций; *DLP, Digital Light Procession* – засветка слоя фотополимера с помощью цифрового прожекто-ра; *PolyJet* – нанесение слоя фотополимера через многосопловую головку и его отверждение посредством засветки ультрафиолетовой лампой; *FDM - Fused Deposition Modeling* – послойное наложение расплавляемых нитевидных полимеров; *InkJet* – отверждение слоя порошкового материала путем нанесения связующего состава через многосопловую головку (по типу струйного 3D-принтера).

Тема 6.2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий

Группа Bed Deposition. Технологии селективного лазерного сплавления – SLM-технологии. Особенность технологий, использующих лучевой источник тепла.

Применение специальных поддержек «якорей». Использование двух лазеров.

Установки с встроенными стереомикроскопами. Использование в качестве источника энергии электронного луча. Технологии послойного синтеза.

Выращивание «грин-моделей».

Группа Direct Deposition «непосредственное нанесение материала». Технологии DMD - Direct Metal Deposition, непосредственное нанесение металла. Создание градиентных материалов путем послойного нанесения и сплавления двух или нескольких материалов. Машины по созданию технологий для производства деталей аэрокосмического назначения, ремонта деталей авиационных двигателей и технологической оснастки.

Тема 6.3. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование

Механическая обработка; фотополимеризация; стереолитография; лазерное спекание порошковых материалов; послойное наложение расплавленной полимерной нити; склеивание (ламинирование) слоев; литье в эластичные силиконовые формы; литье под низким давлением; создание твердотельных объектов с помощью принтеров; изготовление моделей из вспененных пластмасс; литье прототипов в опытных формах.

Аддитивные технологии и литейное производство

Получение литейных синтезформ и синтез-моделей за счет технологий послойного синтеза. Технологии Quick-Cast (выращивание литейной модели из фотополимера на SLA-машине с последующим литьем по выжигаемой модели). Литье в выращенные песчаные формы на машинах типа S-Max. Литье полиуретановых смол в силиконовые формы.

Тема 6.4. Аддитивные технологии и порошковая металлургия

Технология Direct Metal Fabrication – DMF. Материалы для «металлических» АМ-машин. Методы получения металлических порошков. Методы получения нанокристаллических материалов. Атомайзеры и металлопорошковые композиции для использования в АМ-машинах.

Компьютерная томография

Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий

3.4. Тематический план практических занятий

Планом не предусмотрено

3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Технологии упрочнения поверхности изделий». (2 раздел)

Лабораторная работа №2 «Современные способы производства различных материалов» (3 раздел)

Лабораторная работа №3 «Инновационные технологии производства изделий из композиционных материалов» (4 раздел)

Лабораторная работа №4 «Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал» (5 раздел)

Лабораторная работа №5 «Машины и оборудование для выращивания металлических изделий». (6 раздел)

Лабораторная работа №6 «Аддитивные технологии и литейное производство» (6 раздел)

Лабораторная работа №7 «Аддитивные технологии и порошковая металлургия» (6 раздел)

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции				
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий	
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54	
			Шкала оценивания				
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
			зачтено			не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1	знать:					
Способы использования компьютерной инженерии для оптимизации и технического обслуживания своих материальных	Участвует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологий производства материалов и изделий из них, проводит технический	Методы проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов Методы проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них	Четкие знания о методах проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов	Разбирается в методах проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов	Слабо знает об методах проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов	Не знает методы проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов	

иалов	ий аудит и экспертизу	Методы проведения технического аудита и экспертизы	инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методами проведения технического аудита и экспертизы	инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методами проведения технического аудита и экспертизы имеют место несколько негрубых ошибок	инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методами проведения технического аудита и экспертизы, имеют место много негрубых ошибок	инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методами проведения технического аудита и экспертизы, имеют место много грубых ошибок
		уметь:				
		использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов	Демонстрирует все основные умения использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации технических свойств материала	Демонстрирует все основные умения использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации технических свойств материала	Демонстрирует основные умения использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации технических свойств материалов	При решении стандартных задач не демонстрирует умения использовать компьютерный инжиниринг для оптимизации

		<p>производства материалов и изделий из них, провидеть технический аудит и экспертизу</p>	<p>лов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидеть технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания в полном объеме</p>	<p>лов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидеть технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания в полном объеме, но с некоторыми недочетами</p>	<p>разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидеть технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидеть технический аудит и экспертизу. Имеют место грубые ошибки</p>
		<p>владеть:</p>				
		<p>Навыками использования компьютерного инжиниринга для</p>	<p>Демонстрирует полные навыки использования компьютерно</p>	<p>Демонстрирует базовые навыки использования компьютерно</p>	<p>Имеет минимальный набор навыков использования</p>	<p>При решении стандартных задач не демонстрирует</p>

		<p>оптимизации технических свойств материалов навыками разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу навыками использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения</p>	<p>терного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжини</p>	<p>терного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжини</p>	<p>компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного</p>	<p>рирует базовые навыки использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу; использов</p>
--	--	--	---	---	--	---

		<p>технического аудита и экспертизы</p>	<p>ринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</p>	<p>ринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>ования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы имеют место грубые ошибки</p>
--	--	---	---	--	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Ляпков, Алексей Алексеевич. Современные аддитивные технологии : учебное пособие / А. А. Ляпков. - Москва : Кнорус, 2024. - 232 с. - URL: <https://book.ru/books/952305>. - ISBN 978-5-406-12661-5 : ~Б. ц. - Текст : электронный.

2. Семиглазов, В. А. 3D Технологии : учебное пособие / В. А. Семиглазов. — Москва : ТУСУР, 2023. — 192 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394100> (дата обращения: 22.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шкуро, А. Е. Технологии и материалы 3D-печати : учебное пособие / А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2017.

4. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-7339-1397-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182474> (дата обращения: 22.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182471> (дата обращения: 22.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Технология литейного производства. Специальные виды литья : учебник для вузов / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин ; под ред. В. А. Рыбкина. - Москва : Академия, 2005. - 352 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1850-2. - Текст : непосредственный.

2. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144008> (дата обращения: 22.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://materiall.ru/>

<http://supermetalloved.narod.ru/12.pdf>

http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html

http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/arzamasov_-_materialovedenie.zip

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/
3	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
4	КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru	В https://cyberleninka.ru/
5	Мировая цифровая библиотека	В http://wdl.org	В http://wdl.org
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
7	Национальная электронная библиоотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
8	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.Ru
9	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru

Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/
2	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	http://app.kgeu.local/Home/Apps
3	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows Server CAL 2008 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition Usr CAL	Серверная операционная система от компании Microsoft.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №32081/KZN12 от 14.03.2012 Неискл. право. Бессрочно
2	SQL CAL 2008R2 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition UsrCAL	Серверная операционная система от компании Microsoft.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №32081/KZN12 от 14.03.2012 Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
4	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
5	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной

		информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др. Доска аудиторная; мультимедийный экран; проектор; моноблок (15 шт.); бинокулярный микроскоп; микроскринер; камера цифровая к бинокулярному микроскопу; набор металлографических образцов, комплект плакатов: правила концентраций и отрезков, испытания на ударный изгиб, испытания на растяжение (3 шт.), диаграмма условных напряжений, измерение твердости по Роквеллу, измерение твердости по Бринеллю
Лабораторные работы	Учебная лаборатория А-202, А-210, А-217 «_____», _____	Компоненты композиционного материала, образцы композиционного материала, весы с точностью до 0,001 г. наполнители различного состава и типа порошковые наполнители различных типов, древесные опилки, волокна льна, льнокостра, микроскоп, предметные стекла, штангенциркуль, микрометр, набор сит, мерный цилиндр, весы.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-217	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение

Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную

консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

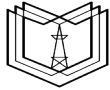
- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭ
У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Б1.В.ДЭ.01.02.01 Аддитивные технологии

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024

Защита лабораторной работы									12						
Раздел 5. КАТАЛИЗ	ТК 5									12	0-5			12	12
														-	-
Защита лабораторной работы										12				17	17
Раздел 6. КАТАЛИЗ	ТК 6											36	0-5	36	36
														-	-
Защита лабораторной работы												36		46	46
Тест													4		
Промежуточная аттестация зачет	ОМ 1														
Всего															100

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3 Способен использовать компьютер	ПК-3.1 Участвует в разработке предложений по совершенствованию	знать: Методы проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации	Четкие знания о методах проведения компьютерного	Разбирается в методах проведения компьютерного	Слабо знает об методах проведения компьютерного	Не знает методы проведения компьютерного

ый инжиниринг для оптимизации и технических свойств материалов	инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провидит технический аудит и экспертизу	технических свойств материалов Методы проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них Методы проведения технического аудита и экспертизы	инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов методами проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения технического аудита и экспертизы	инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов методами проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения технического аудита и экспертизы имеют место несколько негрубых ошибок	инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов методами проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения технического аудита и экспертизы имеют место много негрубых ошибок	инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов методами проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них методах проведения технического аудита и экспертизы имеют место много грубых ошибок
		уметь:				
		использовать компьютерный инжиниринг для	Демонстрирует все основные	Демонстрирует все основные	Демонстрирует основные умения	При решении стандартных

		<p>оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провести технический аудит и экспертизу</p>	<p>умения использовать компьютерный инженерный ринг для оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провести технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания в полном объеме</p>	<p>умения использовать компьютерный инженерный ринг для оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провести технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания в полном объеме,</p>	<p>использовать компьютерный инженерный ринг для оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провести технический аудит и экспертизу. Выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>задачи демонстрирует умения использовать компьютерный инженерный ринг для оптимизации технических свойств материалов разработать предложения по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, провести технический аудит и экспертизу. Имеют</p>
--	--	---	---	--	---	--

				но с некоторыми недочетами		место грубые ошибки
владеть:						
	Навыками использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов навыками разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу навыками использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств	Демонстрирует полные навыки использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит	Демонстрирует базовые навыки использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит	Имеет минимальный набор навыков использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит	При решении стандартных задач не демонстрирует базовые навыки использования компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов ; разработки предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов	

		<p>материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы</p>	<p>технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы при решении</p>	<p>технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения технического аудита и экспертизы при</p>	<p>технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов проведения</p>	<p>технический аудит и экспертизу; использования методов проведения компьютерного инжиниринга для оптимизации технических свойств материалов; методов проведения инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них; Методов</p>
--	--	--	---	---	--	---

			нестандартных задач без ошибок и недочетов	стандартных задач с некоторыми недочетами	решении стандартных задач с некоторыми недочетами	проведения технического аудита и экспертизы имеют место грубые ошибки
--	--	--	--	---	---	---

Оценка «отлично» выставляется за выполнение лабораторных и практических работ *в семестре; тестовых заданий; полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение лабораторных и практических работ *в семестре; тестовых заданий; ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение лабораторных и практических работ *в семестре и тестовых заданий;*

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение лабораторных и практических работ *в семестре и тестовых заданий.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое	Средство оценки умения применять	Комплект задач и

задание (ПЗ)	полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Участвует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу

Контрольные вопросы к Лабораторной работе №1 «Технологии упрочнения поверхности изделий».

1. Какие Вы знаете методы поверхностного упрочнения деталей?
2. Охарактеризуйте механические методы
3. Охарактеризуйте термические методы
4. Охарактеризуйте химико-термические методы
5. Охарактеризуйте лазерные методы
6. Охарактеризуйте метод ионной имплантации
 7. Охарактеризуйте электронно-лучевые методы
 8. Охарактеризуйте плазменные методы
 9. Охарактеризуйте вакуумные методы
 10. Охарактеризуйте ионные методы
 11. Охарактеризуйте магнитные методы
 12. Охарактеризуйте наплавленные методы

Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Участвует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2 «Лабораторная работа №2 «Современные способы производства различных материалов»»

1. Какие Вы знаете материалы. Приведите их классификации.

2. Какие Вы знаете Современные способы производства материалов?

Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Участвует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3 «Инновационные технологии производства изделий из композиционных материалов»

1. Какие Вы знаете технологии производства изделий из композиционных материалов? Охарактеризуйте их.

2. *Что такое композиционный материал?*

3. *Охарактеризуйте технологию формования изделий из ПКМ методом намотки*

4. Расскажите об использовании нанодисперсных наполнителей для модификации свойств композиционных материалов

5. *Охарактеризуйте технологию формования изделий из ПКМ непрерывными процессами производства*

6. *Охарактеризуйте технологию формования изделий из ПКМ с использованием эластичной диафрагмы*

Для текущего контроля ТК5:

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4 Лабораторная работа №4 «Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал»

1. Какие Вы знаете Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал
2. Расскажите о технологических приемах консолидации наночастиц в объемный материал
3. Приведите классификацию технологических приемов консолидации наночастиц в объемный материал
4. Чем вызван интерес к объемным наноматериалам?

Для текущего контроля ТК6:

Контрольные вопросы к Лабораторная работа №5 «Машины и оборудование для выращивания металлических изделий». »

1. Приведите достоинства АМ технологий перед традиционными.
2. Группа Bed Deposition
3. Название технологии – LaserCUSING
4. Компания Arcam - одна из немногих компаний, использующих в своих машинах EBM-технологию.
5. Технологии Sheet Lamination
6. «Direct Deposition»

7. DMD -технологии,
- 8.

Контрольные вопросы к Лабораторная работа №6 «Аддитивные технологии и литейное производство»

- 1/ Назовите преимущества аддитивных технологий в литейном производстве.
2. Охарактеризуйте Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм
3. Охарактеризуйте Синтез-модели из порошковых полимеров.
4. Расскажите о технологиях литья по восковым и полистирольным моделям. Отметьте их различия
5. Что такое инфильтрация?
6. Опишите Синтез-модели из светоотверждаемых смол
7. Опишите суть технологии
8. Охарактеризуйте лазерную стереолитографию. Где она применяется?
9. Укажите преимущества К преимуществам технологии Quick-Cast
10. Опишите технологии синтеза песчаных литейных форм
11. Особенностью технологии
12. Охарактеризуйте литье полиуретановых смол в силиконовые формы

Контрольные вопросы к Лабораторная работа №7 «Аддитивные технологии и порошковая металлургия»

1. Назовите преимущества аддитивных технологий в порошковой металлургии.
2. Охарактеризуйте технологии послойного лазерного сплавления порошков
3. Назовите общее требование к порошкам для АМ-машин
4. Расскажите о методах получения металлопорошков
5. Охарактеризуйте технологию газовой атомизации.
6. Опишите технологию EIGA (индукционная плавка электрода с распылением газом)
7. Вакуумная атомизация
8. Технологии центробежной атомизации
9. Что достигается введением в исходные материалы наноразмерных добавок.
10. Методы получения нанокристаллических материалов
11. Методы механохимического синтеза.

Тестовые задания (ТЗ)

Примеры тестовых заданий

Тестовые задания для ТК6:

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Участвует в разработке предложений по совершенствованию инженерных технологических процессов производства материалов и изделий из них, проводит технический аудит и экспертизу

Задание 1

1. Для SLA печати используется а) жидкий фотополимер б) песок в) проволока

2.

Задание 2.

2. Воздействие на материал в DLP методе производится а) Светодиодами б) Лазерным излучением в) пучком частиц из электромагнитной пушки

Задание 3.

3. Термин RM относится к а) быстрому производству готовых изделий б) быстрому производству макетов деталей в) переносу данных в аддитивном производстве

Задание 4.

4. Сколько этапов насчитывает аддитивное производство а) 5 б) 8 в) 13

Задание 5.

1. Соотнесите название технологии и материала, используемого в ней:

	Название теории		Автор теории
1	SLA	А	Полимерная нить
2	FDM	Б	Жидкий фотополимер
3	SLS	В	Полимерные гранулы

Задание 6.

Соотнесите название технологии и способа воздействия на материал, используемый в ней:

	Название категории		Описание категории
1	SLA	А	Нагрев сопла эжектора
2	FDM	Б	Связующий состав
3	INK-JET	В	Лазерный луч

Задание 7.

Соотнесите категорию классификации технологии по ее выполнению:

	Название категории		Содержание категории
1	SLA	А	«выдавливание материала» или послойное нанесение расплавленного строительного материала через экструдер

2	FDM	Б	«разбрызгивание связующего» или послойное струйное нанесение связующего материала
3	INK-JET	В	«фотополимеризация в ванне» или послойное отверждение фотополимерных смол

Для промежуточной аттестации:

Вопросы к зачету

1. Методы физического осаждения покрытий
2. Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (метод КИБ)
3. Получение вакуумных покрытий. Нанесение покрытий с помощью ионного распыления
4. Нанесение покрытий из плазмы разряда с холодным и горячим катодом
5. Структура и свойства вакуумных покрытий
6. Ионное азотирование
7. Способы получения перспективных термопластов и терморектопластов
8. Новые технологии дополнительной обработки и модификации элементоорганических полимерных материалов
9. Современные методы получения полимеров, наполненных наноразмерными частицами: особенности структуры и свойств
10. Особенности аморфного состояния. Критическая скорость охлаждения расплава. Физико-химические факторы формирования аморфного состояния
11. Классификация аморфных металлических сплавов. Бездиффузионное затвердевание расплава. Образование аморфной структуры
12. Методы получения аморфных металлов и сплавов
13. Современные способы производства аморфных материалов. Практическое использование и перспективы применения аморфных металлических материалов
14. Современные средства проектирования и подготовки производства изделий из композитов
15. Технологии изготовления деталей из композиционных материалов, включая ручные и автоматизированные методы
16. Пропитка армирующих волокон матричным материалом

17. Формирование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой
18. Холодное прессование компонентов с последующим спеканием
19. Электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием
20. Осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатием
21. Пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов
22. Совместная прокатка армирующих элементов с матрицей
23. Технология изготовления деталей с использованием препрегов
24. Композиты с металлической матрицей. Дисперсноупрочненные композиционные материалы, особенности механизма упрочнения
25. Дисперсноупрочненные композиты на основе алюминия, никеля и других металлов
26. Волокнистые композиционные материалы на алюминиевой и никелевой матрицах
27. Порошковые композиционные материалы (керметы) антифрикционного и фрикционного назначения. Фильтры
28. Композиты с полимерной матрицей. Полимерная матрица композиционных материалов. Фенолформальдегидная, эпоксидная и кремнийорганическая матрица композиционных материалов
29. Волокнистые композиционные материалы на полимерной матрице (карбоволокниты, борволокниты, органоволокниты)
30. Композиционные материалы на полимерной матрице с порошковым наполнителем (пластмассы)
31. Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества
32. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества
33. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх»
34. Основные технологические операции нанотехнологии по компактированию порошкообразного полуфабриката
35. Современные технологические приемы для получения изделий с низкой пористостью
36. Перспективная моностадийная технология производства объемных наноматериалов модельной системы углерод – углерод
37. Модифицирование полимеров наночастицами
38. Использование термомеханической обработки металлов для измельчения структуры до наноразмерного диапазона (фрагментирование)
39. Интенсивная пластическая деформация (равноканальное угловое прессование)
40. Метод всесторонней изотермическойковки («abc» - прессование)
41. Аддитивные технологии. Терминология и классификация, исторические предпосылки
42. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий
43. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование

44. Литье в эластичные силиконовые формы
45. Литье под низким давлением
46. Создание твердотельных объектов с помощью принтеров
47. Изготовление моделей из вспененных пластмасс
48. Литье прототипов в опытных формах
49. Аддитивные технологии и литейное производство
50. Технологии Quick-Cast (выращивание литейной модели из фотополимера на SLAмашине с последующим литьем по выжигаемой модели)
51. Общая последовательность процесса аддитивного производства
52. Основные этапы аддитивного производства
53. Настройка оборудования для аддитивного производства
54. Процесс построения изделия
55. Постобработка изделия
56. Различия технологий аддитивного производства (фотополимеры, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы)
57. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий
58. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование
59. Компьютерная томография